

ИЗУЧЕНИЕ СПЛАВА СИСТЕМЫ Al-Cu-Ce ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГКИХ И ПРОЧНЫХ ПРОВОДНИКОВ

Бабич Е.А.

Руководитель – с.н.с., к.т.н. Могучева А.А.

НИУ «БелГУ», г. Белгород

babich_eval@mail.ru

В настоящее время алюминиевые сплавы, принадлежащие к 1XXX серии, получили широкое применение как электропроводящие материалы, благодаря хорошему сочетанию прочности, электропроводности, технологичности и стоимости. Однако развитие авиационной техники требует электропроводящих материалов на основе алюминия с более высокими прочностными характеристиками, чем те, которые могут обеспечить промышленные сплавы 1XXX серии. При этом не стоит задача повышения их электропроводности, поскольку авионика нового поколения имеет пониженную электрическую мощность и, соответственно, электропотребление. Это позволяет пойти на замену медных проводов на алюминиевые, что даст существенную экономию в весе электропроводки.

Одним из перспективных материалов для изготовления легких и прочных проводников является сплав системы Al-Cu-Ce. Медь и церий на основе алюминия образуют большое количество эвтектических фаз (прежде всего тройных), что обеспечивает высокую механическую прочность проволоки, которая сочетается с высокой электропроводностью и низкой по сравнению с медными сплавами плотностью. К сожалению, в литературе мало данных о структуре и свойствах сплавов на основе тройной эвтектики Al-Cu-Ce и ее трансформации в процессе термодиформационной обработки. Это затрудняет разработку промышленных технологий производства из этих сплавов тонкой электропроводной проволоки нового поколения, с помощью которой возможна замена проволоки медной.

Данная работа направлена на повышение технологической пластичности сплавов на основе тройной эвтектики Al-Cu-Ce методом интенсивной пластической деформации.

В качестве материала исследования выбран алюминиевый сплав Al-14%Cu-7%Ce. По прочности сплав Al-14%Cu-7%Ce не уступает сплаву Al-33%Cu и значительно превосходит его по пластичности. Сплав Al-9.8%Ce более пластичный, чем сплав Al-14%Cu-7%Ce, однако он значительно уступает ему в прочности. После отжига при 540⁰С пластичность сплава Al-14%Cu-7%Ce возрастает, при этом прочность сплава остается на достаточно хорошем уровне. В сплаве Al-14%Cu-7%Ce в качестве мягкой матрицы выступает Al, а частицы фазы Al₈CeCu₄ играют роль

упрочняющих частиц. В сплаве Al-33%Cu фаза Al_2Cu в результате отжига сильно огрубляется, поэтому его пластичность остается низкой.

В настоящее время основным способом получения электропроводящей проволоки является способ, в котором круглую металлическую проволоку за одну или несколько операций уменьшают в диаметре прокаткой до заготовки диаметром около 2-4 мм. Дальнейшее уменьшение толщины проволоки, возможно, только волочением, что требует достаточной технологической пластичности. Однако, недостаточно высокий уровень механических свойств (комбинация технологической прочности и пластичности) получаемой проволоки из сплавов системы Al-Ce делает практически невозможным получение проволоки диаметром 0,5 мм

Необходимо повысить технологическую пластичность проволочной заготовки, которая даст возможность производить проволоку без регулярных обрывов при волочении до толщин 0,5 мм и менее, и данное повышение возможно только с использованием иных подходов. Чтобы этого достичь нужно: 1) повысить однородность распределения недеформируемых частиц по алюминиевой матрице; 2) уменьшить размер недеформируемых частиц; 3) добиться круглой формы этих частиц.

Известно, что РКУ прессование обеспечивает сверхбольшие пластические деформации заготовки без изменения ее формы, и за счет подбора температуры деформации можно получить ультрамелкозернистую структуру в алюминиевых сплавах, в том числе содержащих значительное количество относительно крупных недеформируемых частиц. Эти частицы могут измельчаться за счет механического разрушения при комнатной температуре. Последующий отжиг позволит обеспечить их сфероидизацию без существенного изменения размера, что способствует значительному увеличению пластичности материала и, соответственно, увеличению максимальной степени деформации при волочении, что критически важно для уменьшения толщины электропроводящей проволоки.

На основе полученных результатов будет разработана технология изготовления проволоки из алюминиевого сплава Al-14%Cu-7%Ce, которая позволит получать тонкую проволоку без обрывов с высокой электропроводностью.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП НИУ «БелГУ» при финансовой поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации, договор № 16.120.11.3258-МК